

Abstract of JP2002-522793

Title: METHOD AND SYSTEM FOR AIDING GPS RECEIVERS VIA A CELLULAR OR PCS NETWORK

In accordance with the invention, there is disclosed a system for determining location of a mobile station. The mobile station includes a transceiver operating in a wireless network and a GPS receiver. The system includes a wireless network control system including GPS receivers for obtaining ephemeris data. The control system develops assistance information from the ephemeris data and transmits the assistance information to the mobile station via the wireless network. The assistance information represents range at a fixed location in the wireless network in proximity to the mobile station at a select time, and derivatives of the range, relative to plural select satellites in the GPS. The mobile station utilizes received assistance information for searching the composite received signals from the plural select satellites in the GPS to measure a code phase for plural ones of the select satellites in the GPS and returning the measured code phases to the wireless network control system via the wireless network. The wireless network control system computes location of the mobile station in the wireless network utilizing a fixed location and the measured code phases.

【特許請求の範囲】

【請求項1】 位置測定を行うために全地球測位システム（GPS）受信機を補助する方法であって、前記GPS受信機が、無線ネットワークで動作するトランシーバを含む移動局と一体化されている、方法であって、

前記無線ネットワークから前記移動局に補助情報を転送するステップであって、前記補助情報が前記GPS中の複数の選択衛星に関する、選択時間での前記移動局近傍の前記無線ネットワーク中の固定場所のレンジおよび該レンジの導関数を表わす、ステップと、

前記移動局を動作させて、受信された補助情報を用いて前記GPS中の前記複数の選択衛星からの合成受信信号を検索して、前記GPS中の前記選択衛星の前記複数のものについてコード位相を測定するステップであって、前記測定されたコード位相が、前記選択衛星の前記複数のものに関連する前記移動局のレンジを表わす、ステップと、

を具備する、方法。

【請求項2】 前記選択時間が、前記補助情報中に含まれており、前記移動局に対して無線ネットワーク時間で表現される、請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記無線ネットワークが時分割多元接続法を利用し、

前記選択時間が、前記移動局に地理的に近いエリアにサービス提供しているネットワーク送信のフレーム数、タイムスロット数およびビット数によって表される、

請求項2記載の方法。

【請求項4】 前記タイムスロット数、前記ビット数またはこの両方が、前記無線ネットワークおよび前記移動局の両方によって暗黙に了解されていて、したがって、送信されない、請求項3記載の方法。

【請求項5】 前記無線ネットワークが符号分割多元接続法を利用し、

前記選択時間が、前記移動局に地理的に近いエリアにサービス提供している送信の多元接続コードの位相によって表される、

請求項2記載の方法。

【請求項6】 前記GPS衛星が、20ミリ秒ビット周期でナビゲーション

・メッセージを送信し、

前記転送ステップが、前記選択時間に前記固定場所で観察されたビット位相と
してレンジを表現するステップを含む、

請求項 2 記載の方法。

【請求項 7】 前記選択時間が、GPS 時間の 20 ミリ秒エポックと同時である、請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】 前記転送ステップが、前記補助情報を計算するステップと、
前記無線ネットワークを介して前記移動局に送信すべき前記補助情報を量子化し
符号化するステップを含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 9】 前記移動局が、前記情報補助を利用して、前記選択衛星によ
って送信される信号のコード位相および周波数オフセットの推定値を計算し、ま
た、前記衛星の各々に対して、これらの推定値を用いて、信号を取得し特定の衛
星に関するコード位相を測定するように作動される、請求項 2 記載の方法。

【請求項 10】 無線ネットワークで動作するトランシーバと全地球測位シ
ステム (GPS) 受信機とを含む移動局の位置を決定する方法であって、

前記無線ネットワークから前記移動局に補助情報を転送するステップであって
、前記補助情報が、前記 GPS 中の複数の選択衛星に関して、選択時間において
前記移動局に近い前記無線ネットワーク中の固定場所のレンジおよび該レンジの
導関数を表わす、ステップと、

受信された補助情報を利用して、前記 GPS 中の前記複数の選択衛星からの合
成受信信号を検索し、前記 GPS 中の前記選択衛星の複数のものに関するコード
位相を測定し、該測定されたコード位相を前記無線ネットワークに戻すように前
記移動局を作動するステップと、

前記固定場所および前記測定されたコード位相を用いて前記無線ネットワーク
における前記移動局の位置を計算するステップと、

を具備する、方法。

【請求項 11】 前記選択時間が、前記補助情報中に含まれ、前記移動局に
対して無線ネットワーク時間で表現される、請求項 10 記載の方法。

【請求項 12】 前記無線ネットワークが時分割多元接続法を利用し、

前記選択時間が、前記移動局に地理的に近いエリアにサービス提供しているネットワーク送信のフレーム数、タイムスロット数およびビット数によって表わされる、

請求項 11 記載の方法。

【請求項 13】 前記タイムスロット数、前記ビット数またはその両方が、前記無線ネットワークおよび前記移動局の両方によって暗黙に了解されていて、したがって、送信されない、請求項 12 記載の方法。

【請求項 14】 前記無線ネットワークが符号分割多元接続法を利用し、前記選択時間が、前記移動局に地理的に近いエリアにサービス提供している送信の多元接続コードの位相によって表わされる、

請求項 11 記載の方法。

【請求項 15】 前記 GPS 衛星が、20 ミリ秒ビット周期でナビゲーション・メッセージを送信し、

前記転送ステップが、前記選択時間に前記固定場所で観察されたビット位相としてレンジを表わすステップを含む、

請求項 11 記載の方法。

【請求項 16】 前記選択時間が、GPS 時間の 20 ミリ秒エポックと同時である、請求項 15 記載の方法。

【請求項 17】 前記転送ステップが、前記補助情報を計算するステップと、前記無線ネットワークを介して前記移動局に転送すべき前記補助情報を量子化し符号化するステップとを含む、請求項 10 記載の方法。

【請求項 18】 前記移動局が、前記補助情報を用いて、前記選択衛星によって送信される信号のコード位相および周波数オフセットの推定値を計算し、また、前記衛星の各々に対して、これらの推定値を使用して、前記信号を取得し、前記特定の衛星に関するコード位相を測定するように作動される、請求項 11 記載の方法。

【請求項 19】 前記移動局が、前記コード位相前記選択衛星の 1 つについて測定されたときを裏わず測定時間を決定し、

前記測定時間が、前記無線ネットワークに戻される、

請求項 10 記載の方法。

【請求項 20】 前記測定時間が、前記無線ネットワークの時間に関して表わされ、

前記計算ステップが、前記測定を絶対 GPS 時間に変換するステップを含む、

請求項 19 記載の方法。

【請求項 21】 前記無線ネットワークが、移動ロケーション・センター（MLC）を含み、

前記 MLC が、前記固定場所にある基地トランシーバ・システム（BTS）を介して前記移動局と通信し、

前記計算ステップが、前記 MLC で行われる、

請求項 10 記載の方法。

【請求項 22】 前記 MLC が、GPS 受信機を含み、

前記転送ステップが、前記 MLC がエフェメリス情報を得て該エフェメリス情報から前記補助情報を計算するステップを含む、

請求項 21 記載の方法。

【請求項 23】 前記 BTS が、正確な時間基準を提供して前記無線ネットワークにおける時間を GPS 絶対時間に関連付ける GPS 受信機を含む、請求項 22 記載の方法。

【請求項 24】 前記無線ネットワークが、GPS 受信機と複数の BTS の送信を監視する無線トランシーバとを有する時間測定ユニット（TMU）を含み、

前記転送ステップが、前記 TMU から前記 MLC に時間基準を転送して前記無線ネットワークにおける時間を GPS 時間に関連付けるステップを含む、

請求項 22 記載の方法。

【請求項 25】 移動局の位置を決定するシステムであって、前記移動局が、無線ネットワークで動作するトランシーバと全地球測位システム（GPS）受信機とを含む、システムであって、

エフェメリス・データを得る GPS 受信機を含む無線ネットワーク制御システムであって、前記制御システムが、前記エフェメリス・データから補助情報を展

開し、前記無線ネットワークを介して前記移動局に前記補助情報を送信し、前記補助情報が、前記GPS中の複数の選択衛星に関して、選択時間で前記移動局に近い前記無線ネットワーク中の固定場所のレンジおよび該レンジの導関数を表わす、無線ネットワーク制御システムを具備し、

前記移動局が、受信された補助情報を利用して、前記GPS中の前記複数の選択衛星からの合成受信信号を探索して、前記GPS中の前記選択衛星の複数のものに関するコード位相を測定し、前記無線ネットワークを介して前記無線ネットワーク制御システムに前記測定されたコード位相を戻す手段を含み、

前記無線ネットワーク制御システムが、前記固定場所と前記測定されたコード位相とを用いて前記無線ネットワーク中での前記移動局の位置を計算する手段を含む、

システム。

【請求項26】 前記選択時間が、前記補助情報中に含まれ、前記移動局に対して無線ネットワーク時間で表される、請求項25記載のシステム。

【請求項27】 前記無線ネットワークが時分割多元接続法を利用し、

前記選択時間が、前記移動局に地理的に近いエリアにサービス提供しているネットワーク送信のフレーム数、タイムスロット数およびビット数によって表わされる、

請求項26記載のシステム。

【請求項28】 前記タイムスロット数、前記ビット数またはその両方が、前記無線ネットワークおよび前記移動局の両方によって暗黙に了解されていて、したがって、送信されない、請求項27記載のシステム。

【請求項29】 前記無線ネットワークが符号分割多元接続法を利用し、

前記選択時間が、前記移動局に地理的に近いエリアにサービス提供している送信の多元接続コードの位相によって表わされる、

請求項26記載のシステム。

【請求項30】 前記GPS衛星が、20ミリ秒ビット周期でナビゲーション・メッセージを送信し、

前記転送ステップが、前記選択時間に前記固定場所で観察されたビット位相と

してレンジを表わすステップを含む、

請求項 2 6 記載のシステム。

【請求項 3 1】 前記選択時間が、GPS 時間の 20 ミリ秒エポックと同時である、請求項 3 0 記載のシステム。

【請求項 3 2】 前記ネットワーク制御システムが、前記補助情報を計算する手段と、前記無線ネットワークを介して前記移動局に転送すべき前記補助情報を量子化し符号化する手段とを含む、請求項 2 5 記載のシステム。

【請求項 3 3】 前記移動局が、前記情報補助を利用して、前記選択衛星によって送信された信号のコード位相および周波数オフセットの推定値を計算し、また、前記衛星の各々に対して、これらの推定を利用して前記信号を取得し、前記特別の衛星に関するコード位相を測定するように作動される、請求項 2 6 記載のシステム。

【請求項 3 4】 前記移動局が、前記コード位相が前記選択衛星の 1 つについて測定されたときを表わす測定時間を決定する手段を含み、

前記測定時間が、前記無線ネットワークに戻される、

請求項 2 5 記載のシステム。

【請求項 3 5】 前記測定時間が、前記無線ネットワークの時間に関して表わされ、

前記計算手段が、前記測定を絶対 GPS 時間に変換する手段を含む、

請求項 3 4 記載のシステム。

【請求項 3 6】 前記無線ネットワークが、移動ロケーション・センター (MLC) を含み、

該 MLC が、前記固定場所にある基地トランシーバ・システム (BTS) を介して前記移動局と通信し、

前記計算手段が、前記 MLC によって定義される、

請求項 2 5 記載のシステム。

【請求項 3 7】 前記 MLC が GPS 受信機を含み、

前記 MLC が、エフェメリス情報を得て、該エフェメリス情報から前記補助情報を計算する、

請求項３６記載のシステム。

【請求項３８】 前記ＢＴＳが、正確な時間基準を提供して前記無線ネットワークにおける時間をＧＰＳ絶対時間に関連付けるＧＰＳ受信機を含む、請求項３７記載のシステム。

【請求項３９】 前記無線ネットワークが、ＧＰＳ受信機と前記ＢＴＳを監視して正確な時間基準を提供して前記無線ネットワークにおける時間をＧＰＳ時間に関連付ける無線トランシーバとを有する時間測定ユニット（ＴＭＵ）をさらに含む、請求項３６記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

本発明は、１９９８年８月１３日付け出願の米国仮出願第６０／０９６，４３７号の利益に対して権利を請求する。

【０００２】

（発明の分野）

本発明は、全地球測位システム（ＧＰＳ）受信機に関し、更に詳細には、セルラまたはＰＣＳネットワークを介して通信するセルラ電話または他のデバイスと一体化されるＧＰＳ受信機に情報を配信するための方法に関する。

【０００３】

（発明の背景）

セルラ・ネットワークまたは他の公衆地上移動電話網（ＰＬＭＮ）内での移動局の地理的場所を決定することは、近年、広範囲の応用において重要となっている。たとえば、測位サービスは、輸送会社およびタクシー会社によって、彼らの車の位置を決定するために、また、配車手続の効率を向上させるために、望まれている。また、緊急呼出し（たとえば、９１１番呼出し）のために、移動端末の正確な位置を知ることは、緊急状況において望ましい結果を保証するために、極めて重要なことである。

【０００４】

また、測位サービスは、盗難車の位置を決定するために、より低額で課金されるホーム・ゾーン・コールを知るために、マイクロ・セルのホット・スポットを検出するために、または、プレミアム加入者サービス（たとえば、「私はどこサービス」）を提供するために、使用できる。「私はどこサービス」は、たとえば、移動局に最も近いガソリン・スタンド、レストランまたは病院の場所の決定を容易にする。

【０００５】

移動局の地理的場所を決定するための１つの方法は、衛星ベース全地球測位システム（ＧＰＳ）を使用することである。ＧＰＳは、受信ユニットの位置、速度および時間をもたらしためにＧＰＳ受信機で処理される特殊コード化衛星信号を

供給する衛星ナビゲーション・システムである。三次元位置座標および固定座標系に対する受信機時計の時間オフセットを計算するためには、4個以上のGPS衛星信号が必要とされる。

【0006】

GPSシステムは、約12時間で地球を回る24個（予備を数えない）の衛星を含む。GPS衛星の軌道高度（20,200km）は、衛星が任意の地点の上空を24時間ごとに約1回だけ同じ地上軌跡および配置を繰り返すようなものとなっている。等間隔で（すなわち、60°離れた）かつ地球の赤道面に対して約55°傾いた6個の軌道面があり、各軌道面には仕様の少なくとも4個の衛星がある。この配置は、4個から12個の衛星が地球上の任意の地点からユーザーに見えることを保証する。

【0007】

GPSシステムの衛星は、GPS受信機で位置座標、速度座標および時間座標を決定するのに2つのレベルの精度を提供する。GPSシステムのほとんどの一般ユーザーは、水平方向に100m、垂直方向に±156mおよび時間で±340ナノ秒の2-σ精度を有する標準測位サービス（SPS）を使用する。高精度測位サービス（PPS）は、暗号化装置および鍵と特別装備受信機とを有する許可されたユーザーだけが利用できる。

【0008】

各GPS衛星は2つのマイクロ波搬送信号を送信する。L1周波数（中心周波数1575.42MHz）は、SPSおよびPPS符号信号とともにナビゲーション・メッセージを運ぶ。L2周波数（中心周波数1227.60MHz）も、PPSコードを選び、PPSシステムで利用可能な受信機によって電離層遅延を測定するために使用される。

【0009】

L1およびL2マイクロ波搬送信号は、3つのバイナリ・コード（1,023MHz粗取得（C/A）コード、10,23MHz高精度コード（Pコード）および50MHzナビゲーション・システム・データ・コード（NAVコード））によって変調される。C/Aコードは、擬似乱数（PRN）コードであり、GPS

衛星を特定する。すべてのGPS衛星は、同じL1およびL2搬送波上でそれらのバイナリ・コードを送信する。多数の同時受信信号は符号分割多元接続(CDMA)相関器によって回復される。一般用GPS受信機の相関器は、まず、NAVコードで変調されたものとしてC/Aコードを回復する。次に、位相ロック・ループ(PLL)回路がC/AコードをNAVコードから分離する。強調すべき点は、GPS衛星のどれがレンジ内にあるかを決定するためにGPS受信機が最初にそのおよその位置を決める必要があるということである。逆に、およその位置を知っているGPS受信機は、適切なGPS衛星によって送信される信号に素早く同調できる。

【0010】

GPS受信機の起動は、典型的には、4個以上のGPS衛星のナビゲーション・データ信号からの1組のナビゲーション・パラメータの取得を必要とする。GPS受信機を初期化するこのプロセスは、しばしば、数分を要する。

【0011】

GPS測位プロセスの時間は、GPS受信機がどのくらい多くの情報を有しているかに直接依存する。ほとんどのGPS受信機は、1年先までの予想衛星位置を粗く記述するアルマナック(almanac)・データをプログラムされている。しかし、GPS受信機がそれ自身のおよその位置についての何らかの知識を有していなければ、そのGPS受信機は、見える衛星からの信号を迅速に相関付けることができず、したがって、その位置を素早く計算することができない。また、C/AコードおよびNAVコードを捕捉するために、既に取得されている信号を引き続いて監視するのに必要とされるものよりもより強い信号強度が必要とされることに注意しなければならない。GPS信号を監視するプロセスは環境因子によって大きく影響されることに注意する必要がある。したがって、開けた場所によって容易に取得されるGPS信号でも、受信機が葉陰、車内または最悪の場合には建物内にあるときには、取得が益々困難となる。

【0012】

最近の政府からの命令(たとえば、FCC第2フェーズII E-911サービスの応答時間仕様)によれば、移動受話器の場所を正確かつ迅速に決定すること

が要求されている。したがって、高速で正確な測位に対する要求に応えながら移動端末内にGPS受信機を効率的に組み込むために、正確な補助データ（たとえば、ローカル時間および位置推定、衛星エフェメリス（ephemeris）および時計情報（これは移動局の場所に従って変化する））を移動端末に迅速に提供できることが必要となる。そのような補助データを使用することによって、移動局と一体化されたまたは接続されたGPS受信機はその起動手続を迅速に完了することができる。したがって、移動端末と一体化されたまたは接続されたGPS受信機に必要な補助GPS情報を既存の無線ネットワーク上で送信できることが望ましい。

【0013】

テイラーらの米国特許第4,445,118号は、GPS受信機の支援または補助という概念について議論している。述べられている方法は、静止衛星のような単一送信機を使用して、広い地理的領域用の信号補助メッセージを提供する。補助データは、見えているGPS衛星のリストと、各衛星の位置と、衛星信号上の予測ドップラー・シフトを含む。このメッセージのこの構造は、ユーザ受信機で位置計算関数（PCF）を実行できるようにする。

【0014】

クラスナーの米国特許第5,663,734号は別のGPS受信機方式について述べている。この特許は、主として、受信機アーキテクチャに関連しているが、補助によって受信機の性能がどのように改善するかについても述べている。この特許は、補助メッセージの考えられる内容として「エフェメリスを表わすデータ」および予測ドップラー・シフトを挙げている。

【0015】

ラウの米国特許第5,418,538号は、「基準局」の同様な受信機から「差分」情報を放送することによって遠隔GPS/GLONASS受信機を補助するシステムおよび方法について述べている。1つの実施の形態では、基準局は、可視衛星リストおよび関連エフェメリスを放送する。遠隔受信機にとつての利点は3つある。すなわち、メモリ要求減少と低コスト周波数基準と高速取得とである。この議論では、第1の衛星を取得したのちに受信機時計不正確さによるドッ

プラーを推定しかつ除去できることの利点について述べている。

【0016】

エッセンバツハの米国特許第5, 663, 735号は、GPS受信機が無線信号から正確な絶対時間基準を取り出す方法について述べている。オプションとして、この受信機はまた、受信機に含まれる高価でない水晶発振器よりも正確な周波数基準を無線信号から取り出す。GPS受信機は位置計算を実行し、したがって、GPS衛星に対するエフェメリスおよび時計補正とともに絶対時間を有する必要がある。

【0017】

一般に、上述した特許は、空気インタフェースを介したユーザ端末と通信ネットワークとの間の同期を活用していない。引用した従来技術の別の共通した欠点は、補助が非常にコンパクトなものではなく、かつ、比較的頻繁に更新する必要がある、したがって、セルラ・ネットワークまたは他のPLMNでの効率的な放送配信を排除することである。

【0018】

GPSベース通信網に対する別の補助付きGPS提案は、T1標準書類T1P1/98-132r2である。この提案は、基準GPS受信機を通信網の各種ノードに配置すること、これらの受信機からエフェメリス情報を捕捉すること、この情報を可視衛星のリストと一緒にGSMダウンリンク・ベアラ (bearer) 上のメッセージを介してすべての受話器ベースGPS受信機に提供することに基いている。この方式の利点は、受話器ベースGPS受信機が完全に作動することである。すなわち、それは、PCFを含み、連続ナビゲーション・モードで動作できる。しかし、現在のGSM通信網アーキテクチャは、この方法によって要求されるデータ通信量をサポートできないかもしれない。すべてのGPS装備受話器に対して補助を放送することは非常に望ましいが、その放送機構が都合のよい時点に補助を配信できるとは考えられない。地点から地点への配信が将来は可能となるかもしれないが、現在のベアラ未構築補助データ (USSD) は必要な帯域幅を持たない。緊急局 (E911) に関しては待ち時間 (latency) が特に重要である。これは米国市場で常に要求されることである。

【0019】

本発明は、上述した課題の1つ以上を新規で簡便なやり方で解決することを目的とする。

【0020】

(発明の概要)

本発明によれば、無線ネットワークで動作するトランシーバと全地球測位システム(GPS)受信機とを含む移動局の位置を決定する方法が提供される。

【0021】

広義には、GPS受信機が測位測定を行うのを補助する方法がここに開示されている。GPS受信機は、無線ネットワークで動作するトランシーバを含む移動局と一体化されている。本方法は、無線ネットワークから移動局に補助情報を転送するステップであって、補助情報が、GPSの複数の選択衛星に関する選択時間におけるその移動局付近の無線ネットワークの固定場所のレンジおよびそのレンジの導関数を表わす、ステップと、受信された補助情報を用いてGPSの複数の選択衛星からの合成受信信号を検索してGPSの選択衛星の複数のものに関するコード位相を測定するように移動局を作動させるステップであって、測定されたコード位相が、選択衛星の複数のものに関する移動局のレンジを表わす、ステップとを含む。

【0022】

本発明の1つの特徴は、選択時間が、補助情報に含まれており、また、移動局に対して無線ネットワーク時間として表現されていることである。

【0023】

本発明の一態様では、無線ネットワークは時分割多元接続法を利用しており、また、選択時間は、移動局に地理的に近いエリアにサービス提供するネットワーク送信のフレーム数、タイムスロット数およびビット数によって表現される。タイムスロット数、ビット数またはこの両者は、無線ネットワークおよび移動局の両方によって暗黙に知られており、したがって、送信されない。

【0024】

本発明の他の態様によれば、無線ネットワークは符号分割多元接続法を利用し

ており、また、選択時間は、移動局に地理的に近いエリアにサービス提供する送信の多元接続コードの位相によって表現される。

【0025】

本発明の他の特徴は、GPS衛星が20ミリ秒ビット周期でナビゲーション・メッセージを送信し、また、転送ステップが、選択時間に固定場所で観測されるビット位相としてレンジを表現するステップを含むことである。選択時間はGPS時間の20ミリ秒エポックと同時である。

【0026】

本発明の別の特徴は、転送ステップが、補助情報を計算するステップと、補助情報を量子化し符号化して無線ネットワークを介して移動局に転送するステップを含むことである。

【0027】

本発明の更に別の特徴は、移動局が、補助情報を利用して選択衛星によって送信される信号のコード位相および周波数オフセットの推定値を計算し、また、各衛星について、それらの推定値を用いて信号を取得し、特定の衛星に関するコード位相を測定するように動作することである。

【0028】

本発明の別の態様によれば、無線ネットワークで動作するトランシーバとGPS受信機とを含む移動局の位置を決定する方法が開示される。本方法は、無線ネットワークから移動局に補助情報を転送するステップであって、補助情報が、GPSの複数の選択衛星に関する選択時間におけるその移動局付近の無線ネットワークの固定場所のレンジおよびそのレンジの導関数を表わす、ステップと、受信された補助情報を利用してGPSの複数の選択衛星からの合成受信信号を検索してGPSの選択衛星の複数のものに関するコード位相を測定するように移動局を動作させるステップと、測定されたコード位相を無線ネットワークに戻すステップと、固定場所と測定されたコード位相とを用いて無線ネットワークにおける移動局の位置を計算するステップとを含む。

【0029】

本発明の特徴は、コード位相が選択衛星の1つについて測定された時間を表わ

す測定時間を移動局が決定し、また、測定時間が無線ネットワークに戻されることである。測定時間は無線ネットワークの時間に関して表現され、また、位置計算ステップは測定時間を絶対GPS時間に変換するステップを含む。

【0030】

本発明の別の特徴は、無線ネットワークが移動ロケーション・センター（MLC）を含み、MLCが固定場所での基地トランシーバ・システム（BTS）を介して移動局と通信し、計算ステップがMLCで行われることである。MLCは、GPS受信機か、同じ位置にないGPS受信機から必要な情報を受信する手段を含み、また、転送ステップは、エフェメリス情報を取得してエフェメリス情報から補助情報を計算するMLCを含む。一実施の形態では、BTSは、無線ネットワークの時間をGPS絶対時間に関連付けるための正確な時間基準を提供するGPS受信機を含む。

【0031】

本発明の更に別の特徴は、無線ネットワークが、既知の場所において、GPS受信機とBTSを監視する無線トランシーバとを有する時間測定ユニット（TMU）を含み、また、転送ステップが、無線ネットワークの時間をGPS絶対時間に関連付けるためにTMUからMLCに時間基準を転送するステップを含むことである。

【0032】

本発明の更に別の態様によれば、移動局の位置を決定するためのシステムが開示される。移動局は、無線ネットワークで動作するトランシーバと、GPS受信機とを含む。本システムは、エフェメリス・データを得るGPS受信機を有する無線ネットワーク制御システムを含む。制御システムは、エフェメリス・データから補助情報を取り出して、無線ネットワークを介して移動局に補助情報を送信する。補助情報は、GPSの複数の選択衛星に関する選択時間における移動局付近の無線ネットワークの固定場所におけるレンジおよびそのレンジの導関数を表わす。移動局は、受信された補助情報を利用してGPSの複数の選択衛星からの合成受信信号を検索してGPSの選択衛星の複数のものについてコード位相を測定する手段と、測定されたコード位相を無線ネットワークを介して無線ネットワ

ーク制御システムに戻す手段とを含む。無線ネットワーク制御システムは、固定場所と測定されたコード位相とを用いて無線ネットワークにおける移動局の位置を計算する手段を含む。

【0033】

GPS受信機の最も重要なタスクの1つは、各種の衛星送信機に対する距離測定を行うことである。一般クラスのGPSの場合には、受信機は、各衛星に特有のC/Aコードの位相を観測することによってレンジを測定する。典型的には、受信機は、一つが見つかるまで各衛星の1023チップ周期全体にわたって検索しなければならない。このタスクは、受信機が非常に正確な周波数基準を持たない場合、および、信号が環境減衰および／または設計選択によって劣化する場合には、より困難なものとなる。これらの場合には、より多くの受信機資源を必要とするか、取得および測定プロセスに時間を要する。いずれのオプションも好ましいものではなく、前者では追加コストが嵩むし、後者ではE-911のようないくつかのロケーション・サービスでは受け入れ難い測位待ち時間を加えることになる。

【0034】

本発明によれば、上記の両オプションが回避できるように、受信機には「補助」が備わっている。特に、セルラまたはPCSネットワークと通信できるトランシーバと一体化されるGPS受信機用の補助情報を提供するシステムおよび方法が開示される。

【0035】

本発明によれば、一体化されたGPS受信機の進歩した感度のために、従来のスタンド・アローンGPSでは動作しなかった環境において動作することができるようになっている。ユーザ位置を特定するために要する全時間が短縮される。これは、ユーザへの補助情報の送信における待ち時間および移動局のユーザ受信機の測定時間の両方を短縮することによってなされる。

【0036】

補助情報の表示を非常にコンパクトなものとすることができるため、各種のネットワーク・ノードに情報を配信するために必要な帯域幅が縮小され、移動局へ

情報を放送できる周波数が増加する。補助メッセージ用のパラメータの選択は、メッセージが更新されなければならない周波数を減少する。移動局のユーザ受信機は絶対時間を知る必要がない。それは、すべての測定がセルラ通信のタイミングに呼応して行なわれるためである。全体的な測位解決法は、非常に柔軟性に富んでおり、ネットワークおよびその資源に対する要求を非常に少なくする。

【0037】

本発明のこれ以外の特徴および利点は明細書および図面から容易に明らかとなるであろう。

【0038】

(発明の詳細な説明)

図1は、例示のGSMセルラ・ネットワーク110のような公衆地上移動電話網(PLMN)を示している。それには、複数のMSC/VLRサービス・エリア112が含まれている。各MSC/VLRサービス・エリア112には、移動交換局(MSC)114および関連のビジター・ロケーション・レジスタ(VLR)116が付属している。MSC/VLRサービス・エリア112は、複数のロケーション・エリア(LA)118を含み、それらは、LA118を制御するMSC114および/またはVLR116に対してその場所を更新する必要なく移動端末または移動局(MS)120が自由に動き回ることができる所与のMSC/VLRサービス・エリア112の一部として定義されている。各ロケーション・エリア118は多数のセル122に分割される。例示の移動局120は、セルラ・ネットワーク110、他の移動電話加入者または加入者ネットワーク外の他の端末と有線または無線で通信するために移動電話加入者によって使用される物理装置(たとえば、自動車電話やその他の携帯電話)である。

【0039】

MSC114は少なくとも1つの基地局コントローラ(BSC)123と通信し、基地局コントローラ(BSC)123は少なくとも1つの基地局トランシーバ局(BTS)124と交信する。BTS124は、簡単のために図1では無線塔として示されているが、それが責任を有するセル122に無線カバレッジを提供する物理装置である。各種のBSC123はいくつかのBTS124に接続する

ことができ、スタンド・アローン型としてもMSC 114と一体化したものと
しても実現可能であることを理解されたい。いずれの場合でも、BSC 123お
よびBTS 124の部品は、全体として、基地局システム(BSS) 125と一般
に呼ばれる。

【0040】

図1を更に参照すると、各PLMNサービス・エリアまたはセルラ・ネットワ
ーク110は、加入者情報(たとえば、PLMN 110内で登録されている加入
者に関するユーザ・プロフィール、現在の位置情報、国際移動電話加入者識別
(IMS I) 番号および他の管理情報)を含むデータベースであるホーム・ローケー
ション・レジスタ(HLR) 126を含む。HLR 126は、特定のMSC 11
4と同じ場所にあるか、MSC 114と一体化されるか、(図1に示すように)
多数のMSC 114にサービス提供する。

【0041】

VLR 116は、MSC/VLRサービス・エリア112内にあるMS 120
のすべてを含む組に関する情報を含むデータベースである。1つのMS 120が
(図1には図示されていない) 新しいMSC/VLRサービス・エリア112の
ような新しい物理的場所に移動すれば、MSC 114に関連するVLR 116が
MS 120に関する情報をHLR 126から要求する(同時に、HLR 126に
MS 120の新しい場所を教える)。したがって、MS 120のユーザが発呼し
ようとするときは、ローカルVLR 116は、HLR 126に再度尋ねなくても
、必要な加入者識別情報を有することになるであろう。

【0042】

基本的なGSMアクセス方式は、搬送波当たり8個の基本物理チャンネルを備え
た時分割多元接続(TDMA)である。搬送波の分離は200kHzである。し
たがって、1個の物理チャンネルは、タイムスロット番号および周波数ホッピン
グ・シーケンスによって付加的に指定される一連のTDMAフレームとして定義
される。基本的な無線リソースは15/26ミリ秒(すなわち、576・9マイ
クロ秒)の長さのタイムスロットであり、それは約270・83kビット/秒の
変調レートで情報を送信する。このことは、各タイムスロット(ガード・タイム

を含む)の持続期間が156.25ビットであることを意味する。8個のタイムスロットが1つのTDMAフレームを構成する。したがって、1つのTDMAフレームは4.615ミリ秒(60/13ミリ秒)の持続期間を有する。

【0043】

GSM TDMAタイムフレーム構造のグラフ表示が図6に示されている。この構造の最長の繰返し周期は、ハイパーフレームと呼ばれ、3時間38分53秒760ミリ秒の持続期間を有する。GSM TDMAフレームはフレーム番号(FN)で番号付けされる。フレーム番号(FN)は、“0”から“2,715,647”(すなわち、 $2048 \times 51 \times 26 - 1$ であり、FN_MAXとしても知られている)までの範囲を動く連続TDMAフレームの循環カウンタ数である。フレーム番号は各TDMAフレームの最後でインクリメントされる。“0”から“2,715,647”までのTDMAフレーム番号の完全な1サイクルはハイパーフレームと呼ばれる。この長周期は、ETSI GSM規格によって定義される特定の暗号機構をサポートするために必要である。

【0044】

GSM TDMAハイパーフレームは、各スーパーフレームが6.12秒の持続期間を有する2,048個のスーパーフレームに分割される。スーパーフレームはGSM TDMAタイムフレーム構造の最小公倍数である。スーパーフレームそれ自身は、3種類のマルチフレーム(26マルチフレーム、51マルチフレームおよび52マルチフレーム)に更に分割される。

【0045】

第1の種類のGSM TDMAマルチフレームは、120ミリ秒の合計持続期間を有する26個のTDMAフレームを含む26マルチフレームである。したがって、GSM TDMAスーパーフレームは51個のそのような26マルチフレームを有することができる。これらの26マルチフレームは、トラフィック・チャンネル(TCH)と(低連関連制御チャンネル(SACCH)および全連関連制御チャンネル(FACCH)を含む)連関連制御チャンネルとを運ぶために使用される。

【0046】

第2の種類のGSM TDMAマルチフレームは、51個のTDMAフレームを含むとともに235.4ミリ秒の合計持続期間を有する51マルチフレームである。GSM TDMAスーパーフレームは26個のそのような51マルチフレームを有することができる。これらの51マルチフレームは、たとえば放送制御チャンネル(BCCCH)、共通制御チャンネル(CCCCH)およびスタンド・アロン専用制御チャンネル(SDCCH)またはパケット放送制御チャンネル(PBCCCH)およびパケット共通制御チャンネル(PCCCCH)を含む放送、共通制御およびスタンド・アロン専用制御(およびそれらの関連制御チャンネル)をサポートするために使用される。

【0047】

第3の種類のGSM TDMAマルチフレームは、52個のTDMAフレームを含むとともに240ミリ秒の合計持続期間を有する52マルチフレームである。GSM TDMAスーパーフレームは25.5個のそのような52マルチフレームを有することができる。52マルチフレームのTDMAフレームは"0"から"51"まで番号付けられる。52マルチフレーム・フォーマットは、たとえばパケット放送制御チャンネル(PBCCCH)、パケット共通制御チャンネル(PCCCCH)、パケット関連制御チャンネル(PACCH)およびパケット・データ・トラフィック・チャンネル(PDTCCH)を含むパケット・データ・トラフィックおよび制御チャンネルをサポートするために用いられる。

【0048】

先に述べたように、TDMAフレームは、8個のタイムスロットで構成され、4.615ミリ秒(60/13ミリ秒)の持続期間を有する。各タイムスロットは約576.9マイクロ秒(15/26ミリ秒)すなわち156.25ビット持続期間を有し、また、その物理的内容はバーストと呼ばれる。図6に示すように、4個の異なるタイプのバーストがGSM TDMAシステムで使用される。

【0049】

第1の種類のバーストは、116個の暗号化ビットを含むとともに8.25ビット持続期間(約30.46マイクロ秒)のガード時間を含むいわゆるノーマル・バースト(NB)である。ノーマル・バーストは、ランダム・アクセス・チャ

ンネル（RACH）を除いて、トラフィックおよび制御チャンネル上で情報を運ぶために用いられる。

【0050】

第2の種類のバーストは、142個の固定ビットを含むとともに8.25ビット持続期間（約30.46マイクロ秒）のガード時間を含むいわゆる周波数補正バースト（FB）である。周波数補正バーストは移動端末の周波数同期のために用いられる。FBは、周波数がシフトされているがノーマル・バーストと同じガード時間を有する未変調搬送波と等価である。FBはBCCHと一緒に放送される。FBの反復も周波数補正チャンネル（FCCH）と呼ばれる。

【0051】

第3の種類のバーストは、78個の暗号化ビットおよび8.25ビットのガード時間を含むいわゆる同期バースト（SB）である。同期バーストは、64ビット長のトレーニング・シーケンスを含み、基地局識別コード（BSIC）とともにTDMAフレーム番号（FN）に関する情報を運ぶ。SBは、移動端末の時間同期のために用いられ、周波数補正バースト（FB）と一緒に放送される。SBの反復も同期チャンネル（SCH）と呼ばれる。

【0052】

第4の種類のバーストはいわゆるアクセス・バースト（AB）である。アクセス・バーストは、ランダム・アクセスのために用いられ、最初のアクセス時に（または、ハンドオーバーの後で）タイミング進みを知っている移動端末からのバースト送信を提供するためのより長いガード期間（68.25ビット持続期間または252マイクロ秒）によって特徴付けられる。この長いガード期間は、移動局が基地局トランシーバから35kmまでにあることを許容する。例外的な場合には、設計は、セル半径が35kmよりも大きい場合と互換性を有するかもしれない。ABは、パケット転送モードにおける移動局に関するタイミング進みの推定を許可するためのパケット・トラフィック制御チャンネル（PTCH）のアップリンク上とともに、そのアップリンクの使用を要求するために音声グループ呼出しのために用いられるチャンネルのアップリンク上で、ハンドオーバー後に、（パケット）ランダム・アクセス・チャンネル（PRACH）で用いられる。

【0053】

補助付きGPS測位を利用したセルラ・ネットワークのブロック図が図1aに示されている。この特定の例は上述したようなGSM標準に基づいているが、この方式が他の標準でも使用できることを当業者は理解するであろう。ユーザ装置10は、標準的な空気インタフェースを介してGSMネットワーク12と完全に通信できる移動局であり、GPS衛星からの信号を取得し測定できるGPS受信機を含む。この装置10はGPS-MSと呼ばれる。

【0054】

図5を参照すると、GPS-MS10のブロック図が示されている。詳細には、GPS-MS10は、典型的な移動局（無線電話、セルラ電話またはセル・フォンとも呼ばれる）を含み、それ自身と無線ネットワークとの間で無線信号を送受信するための第1のアンテナ30を含む。アンテナ30は、信号を放送および受信するためにセルラ・トランシーバ32に接続される。典型的な移動局で従来行われているように、トランシーバ32は、無線信号を1つまたは複数のチャンネルに復調しデマルチプレクスしデコードする。そのようなチャンネルは、制御チャンネルと音声またはデータ用のトラフィック・チャンネルとを含む。制御チャンネルからのメッセージはプロセッサ34に配信される。プロセッサ34は、制御チャンネル上のメッセージにตอบสนองして、メモリ36に記憶されたプログラムおよびデータを使用してGPS-MS10の機能を制御し調整し、それにより、GPS-MS10が無線ネットワーク内で動作できるようにする。プロセッサ34はまた、ユーザ・インタフェースを表わすI/Oブロック38からの入力にตอบสนองしてGPS-MS10の動作を制御する。I/O38は、キーパッド、ディスプレイ、照明および特別な目的のボタンなどを含むことができる。第2のアンテナ40は、GPS受信機42に供給される全地球測位システム（GPS）衛星からの合成信号を受信するために用いられる。GPS受信機42は、これらの信号に関連する情報をプロセッサ34に送信する。プロセッサ34は、本発明に従って、より詳細には以下で説明するように、無線ネットワークから受信された情報を用いてGPS位置測定を行う。

【0055】

図1 aを再び参照すると、移動ロケーション・センター（MLC）14は、GPS補助情報を得て、それをGPS-MS10によって必要とされるフォーマットに翻訳することに責任を持つ。MLC14は、エフェメリスおよび時計補正データの形で補助を受信することになる。この情報に関する2つの可能な情報源が示されている。1つの情報源は、MLC14と直接に通信する基準GPS受信機16である。この基準GPS受信機16は、可視GPS信号を取得し、送信されたナビゲーション・メッセージを復調する。ナビゲーション・メッセージは各衛星用のエフェメリスおよび時計補正を含む。GPS受信機16は、差分GPS（DGPS）補正用の情報源とともに正確な時間基準としても使用される。エフェメリスは、たとえばTCP/IPネットワークを介して外部データベース18から得ることもできる。

【0056】

この場合、MLC14は、別の情報源から正確な時間およびDGPS情報を得なければならない。実際には、MLC14が信頼性を高めるようにGPS情報の多数の情報源を有することが有利である。図1 aに示すように、MLCは、MLCによってサービス提供される地理的エリアにあるすべてのセル位置の座標を含むセル・データベース28へのアクセスも有する。図1 aに示されているように、先に説明した標準的なGSMネットワーク要素は、MSC/VLR15、基地局コントローラ（BSC）22および基地トランシーバ・システム（BTS）20を含む。

【0057】

図1 aに示すネットワークの別の要素は、各BTS20に取り付けられたGPS受信機24である。本発明では、GPS受信機24の主たる目的は、BTS20が空気インタフェース・タイミングをGPS時間と関連付けられるようにBTS20に正確な時間基準を提供することである。このように、この構成は、「同期化された」ネットワークと一般に呼ばれる。同期化ネットワークは本発明に直接関係のない他のメリット（たとえば、より高速のハンドオフ）も提供するのである。

【0058】

補助付きGPS測位を利用するセルラ・ネットワークの別の実施の形態が図1 bに示されている。この実施の形態も、GSM標準に基づいており、BTS20、BSC22およびMSC/VLR15のような上述した標準的ネットワーク部品を含む。これらの部品は、上述したものと同様に機能し、MLC1とGPS-MS10との間で補助および測定を輸送する。図1 aに示したネットワークとの主な違いは、ネットワークのBTS20がタイミング情報を提供するGPS受信機を持たないこと、すなわち、ネットワークは同期化されていないことである。

【0059】

ネットワークは同期化されていないが、必要なタイミング関係は、1つまたは複数のセルラ受信機および1つのGPS受信機を装備したタイミング測定ユニット(TMU)26によって提供される。一旦それが既知の座標に配置されれば、TMU26は、地理的に近い場所にある1つまたは複数のBTSからのセルラ送信を監視する。各監視されたBTS送信の事象は、TMUのGPS受信機からの対応GPS時間でタイム・スタンプされる。結果の関係は、図1 bに示した例示のネットワークではBTS_iであるBTSにサービス提供するTMUを介してMLC14に送信される。

【0060】

図2は、1つのGPS衛星*i*と、位置*x_d*にある特定のBTS20および位置*x_d*にあるGPS-MS10とのその座標関係の簡略図を示す。時間*t*にGPS-MS10によって測定される衛星*i*からのレンジは、次式で与えられる。

【0061】

【数1】

$$\begin{aligned} r_i(t) &= \underline{L}_i(t) \cdot (\underline{s}_i(t) - (\underline{x}_i + \Delta \underline{x})) + c \cdot (b_u(t) - B_i(t)) + c \cdot (I_i(t) + T_i(t) + S_i(t)) + v_i \\ &= (\underline{\hat{L}}_i(t) - \Delta \underline{L}_i(t)) \cdot ((\underline{\hat{s}}_i(t) - \Delta \underline{s}_i(t)) - (\underline{x}_i + \Delta \underline{x})) + c \cdot (b_u(t) - (\hat{B}_i(t) - \Delta B_i(t))) \\ &\quad + c \cdot (I_i(t) + T_i(t) + S_i(t)) + v_i, \end{aligned} \quad (1)$$

【0062】

ここで、*c*は光の速度(m/秒)、*B_i*は*i*番目の衛星時計の偏り(秒)、*b_u*

は受信機時計の偏り（秒）、 I_i および T_i は衛星 i から受信機までの経路に沿った電離層遅延および成層圏遅延（秒）であり、 S_i は i 番目の衛星の選択利用性（SA）による時計偏り（秒）である。用語 ν_i は測定雑音（m）を表わす。すべてのハット（^）項は推定または予測を表し、デルタ（ Δ ）項は各パラメータの予測値および実際値の間のエラーである。同じように、視線の単位ベクトルは、次式で与えられる。

【0063】

【数2】

$$\underline{l}_i(t) = \frac{\underline{s}_i(t) - (\underline{x}_k + \Delta \underline{x})}{|\underline{s}_i(t) - (\underline{x}_k + \Delta \underline{x})|}, \hat{\underline{l}}_i(t) = \frac{\hat{\underline{s}}_i(t) - \underline{x}_k}{|\hat{\underline{s}}_i(t) - \underline{x}_k|}, \Delta \underline{l}_i = \hat{\underline{l}}_i - \underline{l}_i. \quad (2)$$

【0064】

電離層遅延、成層圏遅延およびSA遅延はGPSエラー均衡に対して大きな寄与をするが、それらは補助計算における他の不正確さによって支配される。同様に、衛星クロック偏りのモデル化エラー ΔB_i は比較的小さい。これらの項は測定雑音項 ν_i に含めることができる。また、受信機および衛星距離不正確さ（それぞれ Δx および Δs_i ）は、衛星からのレンジと比べて小さい。したがって、次式が成り立つ。

【0065】

【数3】

$$\underline{l}_i(t) \approx \frac{\underline{s}_i(t) - (\underline{x}_k + \Delta \underline{x})}{|\underline{s}_i(t) - \underline{x}_k|}, \Delta \underline{l}_i \approx \frac{\Delta \underline{s}_i(t) + \Delta \underline{x}}{|\underline{s}_i(t) - \underline{x}_k|}. \quad (3)$$

【0066】

これらの仮定を使用して、距離測定の式は次のように書き直すことができる。

【0067】

【数4】

$$\begin{aligned}
\bar{r}_i(t) &\approx \hat{L}_i(t) \cdot (\hat{L}_i(t) - \underline{x}_k) - \Delta L_i(t) \cdot (\hat{L}_i(t) - \underline{x}_k) - \hat{L}_i(t) \cdot (\Delta \underline{x}_i(t) + \Delta \underline{x}) + c \cdot (\hat{b}_s(t) - \hat{B}_i(t)) + v_i \\
&\approx \hat{L}_i(t) \cdot (\hat{L}_i(t) - \underline{x}_k) - 2 \cdot \hat{L}_i(t) \cdot (\Delta \underline{x}_i(t) + \Delta \underline{x}) + c \cdot (\hat{b}_s(t) - \hat{B}_i(t)) + v_i \\
&\approx [\hat{L}_i(t) - \underline{x}_k] \cdot c \cdot \hat{B}_i(t) - 2 \cdot \hat{L}_i(t) \cdot \Delta \underline{x} - 2 \cdot \hat{L}_i(t) \cdot \Delta \underline{x}_i(t) + c \cdot \hat{b}_s(t) + v_i \\
&\approx r_{i,k}(t) - 2 \cdot \hat{L}_i(t) \cdot \Delta \underline{x} - 2 \cdot \hat{L}_i(t) \cdot \Delta \underline{x}_i(t) + c \cdot \hat{b}_s(t) + v_i.
\end{aligned} \tag{4}$$

【0068】

上の式で、第1項 $r_{i,k}(t)$ は、受信機時計が絶対GPS時間と完全に同期していれば \underline{x}_k にあるGPS受信機によって行われると期待される距離測定を表わす。この測定は、 i 番目の衛星時計の絶対GPS時間からの偏りを含み、「擬似レンジ」と一般に呼ばれる。式(4)の第2項はユーザ位置の曖昧さを表わし、第3項は衛星位置の曖昧さを表わす。

【0069】

項 $r_{i,k}(t)$ は、式(4)の他の項と比べてずっと大きく、GPS受信機によって使用されてその取得過程を明らかにすることができる。以下に述べるように、MLC14は、この項を計算し、それを補助メッセージの一部として表わしたものをBTS_kによってサービスを受けるすべてのGPS-MS10に提供する。補助の計算に先だって、MLC14は有効なエフェメリスおよび時計補正情報を有しなければならず、それらは上述したように各種の情報源から得ることができる。MLC14は正確な実時間時計も有しなければならず、それは、GPS受信機によって、または、米国政府の連邦標準技術局(NIST agency)によって送信される短波無線信号であるWWVなど他の情報源によって提供される。MLC14は、それがサービス提供するすべてのBTS20(すなわち、サービス提供されるBSC22につながるすべてのBTS20)の地理的座標も有しなければならない。 k 番目のサービス提供されるBTSに関する地球中心・地球固定(ECEF)座標は \underline{x}_k と表記されるであろう。この情報は図1aおよび図1bにデータベース28として示されている。

【0070】

MLC14がある時刻 t_i においてこの状態にあれば、MLC14は有効なエフェメリスを用いて t_i におけるすべてのGPS衛星の位置を計算する。次に、

MLC14は、どれがBTS_kに見えるかを決定し、s_iにおけるi番目の可視衛星とx_kにあるBTS_kとの間のレンジr_{i,k}を決定する。BTS_kは、それがサービス提供するすべてのGPS-MS10に対する補助メッセージのパラメータとしてこのレンジ項を提供できる。

【0071】

しかし、レンジr_{i,k}は、ちょうどt_iにあるかそのごく近くでのみBTS20によってサービス提供されるGPS-MS10を補助するのに役立つ。約3、85km/秒というGPS衛星軌道速度により、レンジr_{i,k}は非常に速く変化する。実際のレンジ速度は、いくつかの因子に依存するが、典型的には±800m/秒の範囲にある。補助がt_i後にたとえば30分から60分の長時間わたって有効であるためには、非常に多量の情報が必要になる。この情報は、時間t_iについてr_{i,k}(t)にテイラー級数展開を適用することによって取り出すことができる。すなわち、次式が成り立つ。

【0072】

【数5】

$$r_{i,k}(t_i + \Delta t) = r_{i,k}(t_i) + \Delta t \cdot r'_{i,k}(t_i) + \frac{(\Delta t)^2}{2} r''_{i,k}(t_i) + \frac{(\Delta t)^3}{6} r'''_{i,k}(t_i) + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} r^{(n)}_{i,k}(t_i) \cdot \frac{(\Delta t)^n}{n!} \quad (5)$$

【0073】

この級数から十分な導関数項を残すことによって、位置r_{i,k}(t₂)はある時間t₁+Δtに対して必要な精度で記述され得る。GPS衛星の公知の運動およびΔt<45分という時間目標に基づけば、この級数の最初の5項(n=0、1、2、3、4)を残すことによって十分な精度が達成できる。所望のΔtが減少されると、より少ない導関数がいられることを留意されたい。

【0074】

レンジの項r_{i,k}(t_i)は、メートル(m)の単位を持ち、2×10⁷m程度である。レンジ値の直接符号化よりもっと効率的な表現がある。たとえば、一般用のGPS受信機は、典型的には、そのローカル時間信号源の1ミリ秒エポッ

クにおけるC/Aコードの位相を観察することによってレンジを測定する。ローカル時間軸がGPS時間である(たとえば、時計偏りなしか測定雑音なし) λ_k における「理想」基準受信機による1ミリ秒エポックにおけるコード位相観察によって、レンジを確定することができる。これによって、GPS-MSに関して整数ミリ秒の曖昧さが生ずるが、MLCに関してそれはない。その理由は、GPS-MS位置がほぼセル半径内にあることが知られているためである。他の曖昧さは式(4)のレンジ項および時計項を含む。

【0075】

好ましい別の方法について以下に説明する。GPS衛星は、20ミリ秒ビット周期(50Hzデータ速度)でナビゲーション・メッセージを送信する。レンジ $r_{i,k}(t)$ に依存して、 λ_k にある理想受信機は、それらが送信された時点に対して0~20ミリ秒の範囲内に発生する衛星 i からのナビゲーション・メッセージのビット・エッジを見る。このようにして、レンジは、 t_1 の20ミリ秒GPSエポックにおいて理想受信機によって観察されるビット位相として表現できる。したがって、次式が成り立つ。

【0076】

【数6】

$$\phi_{i,k}(t_1) = 20 \cdot 1023 \left(1 - \text{rem} \left(\frac{r_{i,k}(t_1)}{0.02 \cdot c} \right) \right) \quad (6)$$

【0077】

ここで、“1023”は、衛星 i によって送信されるゴールド・コードの1ミリ秒内のチップ数である。GPS-MS10のパースペクティブ(perspective)から、この形は、整数ビット曖昧さに加えて位置および時間偏りによる曖昧さを有する。結果の $\phi_{i,k}(t_1)$ は、チップも項で与えられ、最大値“20460”を有する。式(6)におけるこの関係が厳密に有効であるのは、GPS衛星送信の実際のビットおよびコード位相がゼロである20ミリ秒GPSエポックで t_1 があるときだけであることを留意されたい。 t_1 が20ミリ秒エポックでなければ、非ゼロ位相が $\phi_{i,k}(t_1)$ の計算に含められなければならない。

【0078】

一旦補助項が計算されると、サービス提供されるBSC22にそれらが与えられる前に、それらは量子化され符号化される。多くの異なる量子化およびビット割当て方式を採用することが可能であり、次の表1は4導関数補助に関するそのような1つの例を与える。

【0079】

【表1】

表 1

| パラメータ | レンジ | ビット | 要求数 |
|-------------------|---|-----|--------|
| $\phi_{ik}(t_1)$ | 0-20460 chips | 13 | N |
| $r'_{ik}(t_1)$ | ± 800 m/s | 10 | N |
| $r''_{ik}(t_1)$ | $-0.08 - +0.16$ m/s ² | 7 | N |
| $r'''_{ik}(t_1)$ | $\pm 2.5 \times 10^{-5}$ m/s ³ | 7 | N |
| $r''''_{ik}(t_1)$ | $\pm 0.8 \times 10^{-8}$ m/s ⁴ | 3 | N |
| SatID | 0-31 | 5 | N |
| t_1 | 0-604800 s | 20 | 1 |
| 合計ビット | | | 20+45N |

【0080】

量子化は個々のパラメータの確率密度関数(PDF)に基づくことができる。たとえば、 $\phi_{ik}(t_1)$ は一様な分布を持つことが期待される。合計ビット数は、衛星数Nに依存し、200(N=4)から560(N=12)の範囲にあって、典型的には380(N=8)である。 t_1 に対する20ビット値は、補助パラメータが整数秒のGPS時間について計算される場合には、十分な精度を与える。

【0081】

MLC14が各々100個のBTS20にサービス提供する5個のBSC22にサービス提供し、補助メッセージが30分毎に更新される場合には、MLC14とBSC22との間のリンクは平均して時間当り380,000ビットを搬送

しなければならない。10秒の更新待ち時間が許容されれば、リンクは各更新期間中に毎秒19,000ビットを搬送しなければならない。

【0082】

この補助計算手順に対していくつかの補強が可能である。1つの予期される欠点は、 t_1 において可視のいくつかの衛星は t_2 またはその近辺では見えず、それによりリストの有効サイズを減らすということである。この問題に対処する1つのやり方は、MLC14がその可視リストを計算するときに「先読み (look ahead)」することである。 t_1 と t_2 との間の Δt で見えるようになる衛星に対する補助を含めることができる。ほとんどの場合には、この機能は、たった1つか2つの衛星だけリストを増やす。MLC14が各サービス提供されるBTS20に局在的な地理的および/または伝搬条件についての知識があれば、この情報を用いて各BTS20で可視の可能性が高い衛星に対する補助を構築することができる。たとえば、BTS20が特定の地理的方向の道路に対してサービス提供することをMLC14が知っていれば、非常に有用な補助を作製することができる。

【0083】

任意のGPSベース測位法において必要なことは移動局への時間転送である。従来のGPS方式では、GPS受信機は、それが測定する1つ以上の衛星信号からGPS週時間(TOW: time-of-week)情報を復調しなければならない。本発明の鍵となる部分は、GPS-MS10が絶対(GPS)時間に対する正確な基準を持つ必要がないということである。その代わりに、GPS-MS10は、ネットワーク事象に基づく時間に関するGPS関連計算および測定を行う。一方、MLC14は、GPS-MS測定に基づいて正確な位置計算を行うためには、正確な絶対時間基準を持たなければならない。このように、本発明の鍵となる機能は、GPS時間とネットワーク導出時間との間の変換であり、それについて以下に説明する。

【0084】

時間変換の精度のレベルは、GPS-MS10またはMLC14によって実行される特定のタスクに対する要求に依存する。正確な時間基準を要するGPSベ

ース測位には2つの重要なタスクがある。

【0085】

1. GPS-MSでの取得：上述したように、GPS-MS10におけるタイミング不確定さは式(4)の第4項として現れる。タイミング不確定さが大きくなるにつれて、GPS-MS10は取得プロセスの間により多くのコード空間を検索しなければならなくなる。したがって、エラーまたは不確定さではできる限り小さくしておくことが望ましい。10マイクロ秒のタイミング不確定さは、補助を提供する基準位置に関する位置不確定さによる検索に加えて1023チップC/Aコードの10個以上の付加チップをGPS-MSが検索することを要求する。

【0086】

2. タイム・スタンプ測定：GPS-MS10は、測定が行われたときの衛星位置をMLC14が計算できるように、その測定をMLC14に戻す前にそれらをタイム・スタンプしなければならない。約3.85km/秒というGPS衛星の速度は、主として、この操作に対して必要なタイミング精度を要求する。たとえば、1ミリ秒のタイミング・エラーは、MLC14によって計算されるGPS衛星位置推定値にたった3.85mエラーをもたらす。このエラーのうち受信機から衛星ラインへの視線ベクトルに沿う成分のみがPCFの精度に影響する。一般に、推定されたレンジのエラーは1m以下である。したがって、測定をタイム・スタンプするためには1ミリ秒の精度で十分である。

【0087】

GPS-MS10に提供される補助情報のタイミング精度が1ミリ秒のオーダーであれば、GPS-MS10は、可視として表示される1つ以上のGPS衛星のC/Aコードの全長を検索することを要求されるであろう。1ミリ秒のタイミング精度は、GPS-MS10と1つ以上のGPS衛星とのビット同期を回避させるが、10マイクロ秒またはそれよりも優れたタイミング精度を有するGPS-MS10によって提供される利点を当業者は理解するであろう。本発明の好適な実施の形態では、GPS-MS10に提供されるタイミング補助は、10マイクロ秒またはそれよりも優れた精度を有する。このレベルの精度をGPS-MS10に対して有用なものとするために、レンジ予測のエラーは比較的小さく保たれ

なければならない。このことは、補助メッセージに十分な数の導関数を提供することによって、また、パラメータの量子化および符号化のために十分な数のビットを使用することによって、行われる。

【0088】

時間変換の主な要求事項は、変換ユニットが絶対時間軸および派生時間軸の両方についての知識を持つ必要があるということである。ここで一例として用いられるGSMベース・システムの場合には、BTS20は、サービス提供されるGPS-MS10への空気インタフェース送信のタイミングを確立し、それにより、それは相対時間軸の知識を持つ。BTS20に絶対(GPS)時間軸の知識を与えるための方法はいくつかある。たとえば、BSC22とBTS20との間のデータ送信のためにT1ラインが使用される場合には、T1時計は絶対時間基準に対して非常に密に縛られるであろう。GPS時間に対して十分な精度(たとえば、1ミリ秒)を達成するために、いくつかの校正手順が必要である。

【0089】

別の方法は、図1aに示すように、GPS受信機24を各BTS20と同じ場所に置くことである。この場合には、BTS空気インタフェースは、受信機24によって観察されるGPS時間に同期化される。この観察エラーは、時間の少なくとも95%が340ナノ秒未満であるとしてよい。ほとんどの市販のGPS受信機は、周期パルス(たとえば、1Hz)を、観察されたGPS時間をそのパルスで表示するメッセージとともに出力するようにプログラムできる。BTS20は、これらの2つの情報を使用して、絶対GPS時間軸に対して非常に優れた精度を有する相対的空気インタフェース時間軸を確立できる。

【0090】

更に別の例は、図1bに示すTMU26を利用するものである。BTS空気インタフェースは、TMU26によって観察されるGPS時間に対して同期化される。

【0091】

図1aに示すネットワーク・トポロジーについて、相対時間軸を変換するための1つの方法を以下に説明する。まず、BTS20はGPS受信機24からある

時間 t_0 で周期パルスを受信する。それは、 t_0 で空気インタフェース状態をサンプリングし、ビット、タイムスロットおよびフレームをそれぞれ表わす状態変数 B_{N0} 、 T_{N0} および F_{N0} を保存する。その後、 $BTS20$ は、そのサービス提供する $BSC22$ から、前述したようにタイム・スタンプ t_i を含む補助メッセージを受信する。 t_0 における状態と差分 $t_i - t_0$ とを与えれば、 $BTS20$ は t_i における空気インタフェース状態を計算し、それは F_{Ni} 、 T_{Ni} および B_{Ni} になる。このように、絶対時間 t_i は、パラメータ F_{Ni} 、 T_{Ni} およびオブションとして B_{Ni} によって空気インタフェース時間軸で表される。 F_{Ni} および T_{Ni} を用いることによって、タイミング精度は 0.56 ミリ秒となり、 B_{Ni} も使えば 3.9 マイクロ秒の精度が得られる。

【0092】

上の議論は GSM 無線ネットワークに焦点を当てたものであるが、当業者は、絶対時間が TDMA 法および符号分割多元接続 (CDMA) 法の両方を用いる他のタイプのネットワークの時間軸によって表わすことができることを理解するであろう。たとえば、ANSI-136 TDMA ネットワークは、GSM と極めて類似したフレーム/タイムスロット/ビット構造を採用している。CDMA ネットワークでは、1 つ以上の多元接続コードと GPS 時間との間に暗黙の関係が存在する。そうでなければ、図 1b に示すような監視手法を用いて明確な関係を導くことが可能であることが明らかである。いずれにしろ、補助メッセージ中の時間パラメータをネットワーク中の適当な多元接続コードの位相の項で表現することは可能である。

【0093】

一旦 $BTS20$ が補助情報を受信して t_i を導出空気インタフェース時間軸に変換すれば、それは放送ペア上に更新された補助メッセージを送信する。メッセージ放送のために必要とされる合計の帯域幅は、可視衛星の数 N とレンジ導関数の数 (補助の「回数」) とタイミング精度とに依存する。4 個の導関数およびビット・レベル・タイミング精度を仮定して、次の表 2 は、合計の帯域幅が 213 ビット ($N=4$) から 573 ビット ($N=12$) の範囲にあり典型的には 393 ビット ($N=8$) であることを示している。放送帯域幅はほとんどのセルラ・

システムで比較的乏しい資源であるため、必要とされる放送メッセージのサイズを最小化することは非常に重要なことである。補助情報の比較的コンパクトな形は、ネットワークが非常に頻繁にそれを放送することを可能とする。補助配信の待ち時間を減らすことによって、ユーザの場所を見い出すために要する全体時間は減少される。あるいは、補助をMLC14に記憶しておいて地点対地点（point-to-point）チャンネルを介して要求ベースで提供することもできる。

【0094】

【表2】

表 2

| パラメータ | レンジ | ビット | 必要数 |
|--------------------|---|-----|------------|
| $\phi_{i,k}(t_i)$ | 0-20460 chips | 13 | N |
| $r'_{i,k}(t_i)$ | ± 800 m/s | 10 | N |
| $r''_{i,k}(t_i)$ | $-0.08 - +0.16$ m/s ² | 7 | N |
| $r'''_{i,k}(t_i)$ | $\pm 2.5 \times 10^{-3}$ m/s ³ | 7 | N |
| $r''''_{i,k}(t_i)$ | $\pm 0.8 \times 10^{-8}$ m/s ⁴ | 3 | N |
| SatID | 0 - 31 | 5 | N |
| FN_i, TN_i, BN_i | 0-FN, MAX-1, 0-7, 0-156 | 33 | 1 |
| 合計ビット | | | $33 + 45N$ |

【0095】

次に、BTS20によって放送された補助情報をGPS-MS10がどのように利用して合成受信GPS信号中の個々の衛星信号を捕捉および測定するかについて説明する。本発明の重要な態様は、GPS-MS10がネットワーク時間軸でどのように単独で動作するかである。図3は、このことをどのようにして行うかについての1つの方法を示す。図3で番号を付けた事項について以下に説明する。

【0096】

1. 測定を行う前に、GPS-MS10は、ある期間の間にGSM共通チャネル

ルを受信するIDLEモードであった必要がある。このプロセスの間、GPS-MS10は、周波数補正チャンネル(FCCCH)を受信することによって周波数をネットワーク12にロックし、同期チャンネル(SCH)を観察することによってそのローカル時間軸をある時間 t_0 (FN_0 , TN_0 , BN_0)に初期化する。

【0097】

2. GPS-MS10は、放送制御チャンネル(BCCCH)を介して補助メッセージを受信する。それは、上述したように FN_1 , TN_1 および多分 BN_1 によって表される補助の時間 t_1 を含む。

【0098】

3. GPS-MS10はネットワーク12から測定要求メッセージを受信する。あるいは、GPS-MS10は、多分ユーザの要求に応じて測定プロセスを開始する。GPS-MS10は、導出された時間軸パラメータ FN_2 , TN_2 および BN_2 で表現されるその現在の時間 t_2 を決定する。この情報を用いて、GPS-MS10は、差分 $\Delta t = t_2 - t_1$ を絶対(GPS)時間軸で推定するために次の計算を行う。

【0099】

【数7】

$$\begin{aligned}\Delta FN &= FN_2 - FN_1; \\ \text{if } \Delta FN < 0, \\ \Delta FN &= \Delta FN + (FN_MAX + 1); \\ \Delta TN &= TN_2 - TN_1; \\ \text{if } \Delta TN < 0, \\ \Delta FN &= \Delta FN - 1; \\ \Delta TN &= \Delta TN + 8; \\ \Delta t &= \Delta TN \cdot \tau_T + \Delta FN \cdot \tau_F;\end{aligned}$$

【0100】

ここで、 τ_T および τ_F はそれぞれ、GSMタイムスロットおよびフレームの持続期間である。GPS-MS10は、補助情報を用いて計算された Δt を使って、上述したように検索パラメータを予測する。ビット数 BN_1 が補助に与えられれば、それも計算に含まれる。

【0101】

4. この時点までは、GPS-MS10はネットワーク12に周波数ロックされている。GPS-MS10受信機が同時GPSおよびネットワーク空気インタフェース受信が可能でないように設計されていれば、この時点で、それはネットワークからロックを外し、その内蔵発振器はフリー・ランする。GPS-MSの周波数精度はロック解除の直前に0.05 ppm (または、それより優れている) のオーダーであり、したがって、GPS-MS10は、GPS測定に対して顕著な影響を与えることなく少なくとも数分間はフリー・ランすることができるであろう。

【0102】

5. この時点で、GPS-MS10は、補助可視リストに示されている衛星の個々の信号の捕捉および測定を開始する準備ができています。これらの信号を捕捉するためにいくつかの可能な検索方式があり、以下のものは補助が特に有用である1つである。

【0103】

a. 第1の信号の周波数オフセット

【外1】

$$\overline{f_1}$$

の推定を次式によって計算する。

【0104】

【数8】

$$\overline{f_1} = f_0 + \frac{1}{\lambda} \sum_{n=1}^{\cdot} \frac{\tilde{r}_{1,k}^{(n)}}{(n-1)!} (\Delta t)^{n-1} \quad (7)$$

【0105】

ここで、 f_0 は、ハードウェア実行によるある予想されるまたは公称のオフセッ

トであり、また、第2項は、衛星運動によるドップラー・オフセットを予測する。
記号*は、使用／送信された導関数の数を示す。パラメータλはGPS信号の波長（1575.42MHz搬送波に対して0.1903m／サイクル）であり、「～」は量子化された補助パラメータから構築される値を示す。また、可視リスト中の第1の衛星に関する信号のビット位相

【外2】

$$\overline{\phi_1}$$

の推定は、次式によって計算される。

【0106】

【数9】

$$\bar{\phi}_1 = \left[\tilde{\phi}_1 - \frac{1}{\lambda_{CA}} \sum_{n=1}^N \frac{\tilde{r}_{1,k}^{(n)}}{nf} (\Delta t)^n \right] \text{modulo } (20 \cdot 1023), \quad (8)$$

【0107】

ここで、λ_{CA}はGPS C/Aコードの1チップの波長（293m）である。

【0108】

b. 推定されたオフセット

【外3】

$$\overline{f_1}$$

およびビット位相

【外4】

$$\overline{\phi_1}$$

を使用して第1の信号に対するコードのある部分を検索する。必要とされる検索

は、GPS-MS10によって認められる時間および場所の不確定さの量に依存する。

【外5】

$$\overline{f_1}$$

の予想される精度に依存して、

【外6】

$$\overline{f_1}$$

に近い他の周波数における検索も必要となるかもしれない。GPS-MSのタイミングおよび周波数の精度に影響を与える因子は、BTS20送信機の周波数精度、時間差 Δt 、GPS-MS位置不確定さ（BTSセル寸法および／またはユーザのセルラ送信のタイミング進み）および補助メッセージ中のタイミング・パラメータの分解能を含む。周波数オフセット推定

【外7】

$$\overline{f_1}$$

は、より良い推定

【外8】

$$\overline{f_1}^*$$

にこのようにして改良される。

【0109】

c. 必要なら、1023チップ・コードの位相を見出したのち、ビット・タイミング中の整数ミリ秒の曖昧さを克服するためにビット同期化を行う。これにより、改良されたビット位相推定値

【外 9】

$$\overline{\phi_1^*}$$

が得られる。式(4)の位置エラーの項および時計偏りの項が合計で0.5m未満であればビット同期化は不要であり、この場合には、ビット位相推定はコード位相から直接導出できる。

【0110】

d. リスト中の第1の衛星に関する信号が捕捉できない場合には、捕捉できるまで補助リスト中の後続の衛星に対してステップ1~3が繰り返される。そうでなければ、受信機は、次式によって、第2の衛星の周波数オフセットおよびビット位相を予測する。

【0111】

【数10】

$$\begin{aligned} \overline{f_2} &= f_0 + (\overline{f_1^*} - \overline{f_1}) + \frac{1}{\lambda} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\overline{P_{2,A}^{(n)}}}{(n-1)!} (\Delta t)^{n-1} \\ \overline{\phi_2} &= \left[\overline{\phi_2} + (\overline{\phi_1^*} - \overline{\phi_1}) + \frac{1}{\lambda_{cA}} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\overline{P_{2,A}^{(n)}}}{n!} (\Delta t)^n \right] \text{modulo}(20 \cdot 1023), \end{aligned} \quad (9)$$

【0112】

ここで、「 \sim 」は量子化された補助パラメータを表し、 λ_{cA} はC/Aコードの波長($f_{cA} = 1.023 \text{ MHz}$ に対して 293 m/チップ)である。

【外10】

$$\overline{f_2}$$

の値はハードウェアによるオフセットのより良い推定を含み、それは第1の衛星についての測定から導出される。同様に、値

【外11】

$$\overline{\phi_2}$$

は、第 1 の衛星から導出された分数ミリ秒の時間偏りを含む。

【0113】

o. これらの推定量を用いて、受信機は補助可視リスト中の残りの衛星を検索する。各衛星について試験すべき周波数オフセット仮定の数は推定

【外12】

$$\overline{f_i}$$

の信頼性に依存するが、一般に、検索空間は比較的狭い。

【外13】

$$\overline{f_i}$$

の信頼性に影響する 1 つの因子は GPS-MS10 の運動によるドップラー・シフトであり、これは未知であって衛星ごとに異なる。GPS-MS10 が静止しているか歩くような速度で動いていれば、ドップラーは無視できて、一つのオフセット仮定のみが必要とされるであろう。より高速になれば、より大きいドップラーの曖昧さが導入され、そのために、より多い仮定またはより短い相関が要求されるようになる。ドップラー推定値は GPS-MS10 のセルラ受信機から利用できる。また、残りの衛星の各々に対して、1023 チップ・コード空間のサブセットのみを検索する必要がある。残る主な曖昧さは、GPS-MS 位置の不確定さおよび衛星レンジの予測エラー（式（4）中の第 2 項および第 3 項）によるものである。BTS_kによってサービス提供されるセルが 30 km 未満の半径を持てば、ユーザ位置によるレンジの不確定さは次式によって上限を与えられる。

【0114】

【数11】

$$\Delta\phi < \frac{2 \cdot (\hat{L}_I \cdot \Delta x)_{\max}}{\lambda_{cA}} = \frac{2 \cdot (3 \cdot 10^4 m)}{\lambda_{cA}} \approx 206 \text{ chips.} \quad (10)$$

【0115】

典型的な数字はずっと小さく、したがって、曖昧さは1ミリ秒コード周期よりもずっと小さいことに留意されたい。レンジ予測エラーによる不確定さは、補助量子化方式および補助が計算されてからの時間 Δt を含むいくつかの因子に依存する。

【0116】

f. 受信機が少なくとも3つの衛星を捕捉して各測定を行ったのちに、GPS-MS10は次のことを行う。

i) 各可視衛星についての測定された1ミリ秒コード位相(0~1023チップ)を量子化する。たとえば、18ビット(2^{18} レベル)量子化は測定の

【外14】

$$\sim 1 / 256$$

チップ分解能を与え、それは

【外15】

$$\sim 1 \text{ m}$$

レンジ分解能である。

ii) 各測定に関する品質表示を計算する。たとえば、測定SNRの4ビット量子化。

iii) 測定時点でのGPS-MSの導出された時間軸をサンプリングする。測定時間 t_m は、25ビットを要する $F N_m$ および $T N_m$ によって符号化される。この表示は測定時間に対して0.56ミリ秒分解能を与える。測定された衛星も表示されなければならない。上述した民リメッセージにおける例示のビット割当てを次の表3に示す。ビット数は106($N=3$)から349($N=12$)の範囲にある。

【0117】

【表3】

表 3

| パラメータ | レンジ | ビット | 要求数 |
|--------------|------------------------|-----|----------|
| θ_i | 0-1023 chips | 18 | N |
| q_i | 0-15 | 4 | N |
| $SatID$ | 0-31 | 5 | N |
| FN_m, TN_m | 0-(FN_MAX-1), 0-7 | 25 | 1 |
| 合計ビット | | | $25+27N$ |

【0118】

6. GPS-MS10は、(必要であれば) ネットワーク送信と再同期化し、上の表3に示すような測定メッセージを送る。

【0119】

一旦サービス提供しているBTS20がGPS-MS10から測定を受信すると、それは、時間パラメータ t_m を絶対(GPS)時間へ変換し、この絶対タイム・スタンプとともに測定をMLC14に転送する。上の説明はネットワーク12がGPS測定を開始することを仮定しているが、本発明はGPS-MS10が測定を開始する場合も考慮している。この場合には、ネットワークからの応答はGPS-MS10に関する補助パラメータを含む。

【0120】

次に、MLC14がGPS-MS10から測定結果を受信したのちにどのように位置解答を計算するかを説明している。測定結果に加えて、MLC14はGPS-MSの位置を計算するために必要な次の情報も有する。

- ・ 測定の絶対時間 t_m
- ・ GPS衛星に関するエフェメリス
- ・ サービス提供されているすべてのBTSの位置
- ・ それがサービス提供するシステムにおけるセルの可能最大寸法(半径)

【0121】

ここに述べる解決方法は、基準点回りでの非線形方程式の線形化を含む公知の方法である。他の方法も当業者には明らかであろう。MLC14がBTS k によ

ってサービス提供されるGPS-MS10から測定応答メッセージを受信したときは、それはGPS-MS位置を計算するときに次のステップを実行する。

【0122】

1. MLC14は、エフェメリスを用いて t_n における測定メッセージに含まれるすべてのGPS衛星の位置 $\hat{x}_i(t_n)$ を推定する。これは、公知の計算であり、たとえば1996年、AIAAプレス、B. パーキンソンおよびJ. スピルカ一編、「地球測位システム：理論および応用（第1巻および第2巻）」に見い出される。

【0123】

2. MLC14は、 t_n での各衛星に対するBTS k からのレンジ $r_{i,k}(t_n)$ を計算する。

【0124】

3. MLC14は、各測定衛星への推定視線に対する方向余弦行列（directional cosine matrix） H を計算する。図2の推定視線ベクトルは、 $\hat{x}_i(t_n) - \underline{x}_k$ である。この行列は次式で与えられる。

【0125】

【数12】

$$H = \begin{bmatrix} \underline{d}_1 & -1 \\ \underline{d}_2 & -1 \\ \vdots & \vdots \\ \underline{d}_n & -1 \end{bmatrix}, \quad \underline{d}_i = (\hat{x}_i(t_n) - \underline{x}_k) / r_{i,k}(t_n). \quad (11)$$

【0126】

4. MLC14は、衛星時計補正、回転補正および可能ならば差分GPS（DGPS）補正を適用することによってコード位相測定 θ_i を補正する。これらの補正された測定は θ_i' と呼ばれる。DGPS補正は、BTS20の1つでのようなネットワークの既知の位置にあるGPS受信機によって提供される。DGPSの別の可能な情報源はFMサブ搬送波を介するものであり、それは米国および欧州の多くのエリアにおける無線局で利用できる。

【0127】

5. 測定メッセージ中の各衛星に対して、MLC14は、計算されたレンジ $r_{i,k}(t_m)$ とGPS-MS10において時間 t_m で行われた測定との間のレンジ差分 $\Delta\rho_i$ を計算する。上の議論から、GPS-MS10測定は1ミリ秒モジュラスを有することを思い出されたい。MLC14は、GPS-MS10とBTS k との間の距離（図2の $|\Delta x|$ ）がGSMシステムでは30kmである最大セル半径未満であるという事実を利用することによって、残りの曖昧さを解決する。最悪の場合には、100マイクロ秒の不確定さだけが残る。このステップの出力は、列ベクトル $\Delta\rho$ であり、ここで、個々のデルタ・レンジはメートル（m）単位になっている。

【0128】

6. デルタ・レンジのベクトル $\Delta\rho$ および行列 H が与えられると、MLC14は次の組の方程式を解く。

【0129】

【数13】

$$\underline{H} \cdot \begin{bmatrix} \Delta x \\ c \cdot \Delta t \end{bmatrix} = \Delta \rho \quad (12)$$

【0130】

ここで、 Δx は基準地点 x_k からの未知のベクトル変位であり（図2参照）、 Δt は測定における未知の共通時間偏りである。公知の加重最小二乗法を含む上記方程式を解くためのいくつかの異なる方法が存在する。この方法では、行列 Ω が測定品質尺度 q_i から構築され、未知数が次式で計算される。

【0131】

【数14】

$$\begin{bmatrix} \Delta x \\ c \cdot \Delta t \end{bmatrix} = (\underline{H}^T \underline{Q} \underline{H})^{-1} \underline{H}^T \underline{Q} \Delta \underline{\rho} \quad (13)$$

【0132】

測定と同じ組についてのこの解法の多数の繰返しが用いられ、収束させるために必要である。

【0133】

上の議論は、GPS-MS10を補助するセルラまたはPCSシステム12の個別部品の測位関連機能に関する。以下に、メッセージング・プロトコルの形成にそれらが互いにどのように相互作用するかを説明する。図1aに示した同期ネットワークに適したプロトコルの一例が図4aに示されている。この図では、垂直ラインは下にラベル付けされたユニットを表し、時間は図の上から下に経過する。水平ラインはプロトコル中の個々のメッセージを表し、点および矢印は原点および目的地のノードをそれぞれ示す。図4aのプロトコルは、それぞれがN個のBTS20にサービス提供するM個のBSC22にサービス提供するMSC/VLR15に付随される。MLC14によってサービス提供される地理的エリア内には同時動作する多数のGPS-MSがあるけれども、ここでは1つのGPS-MS10に着目する。図4aでは、GPS-MS10はBTSi20によってサービス提供され、両者ともに以下のプロトコルに関与する。

【0134】

1) MLC14は、有効なGPSエフェメリス、時計補正、BTS位置のデータベースおよび正確な時間基準を用いてMLCのサービス・エリア中の各BTS20に対する固有補助を計算する。

【0135】

2) MSC/VLR15は、MLC14から補助を受信し、それがサービス提供する各BSC22に関連する部分にそれを分解し、個々の破片 (piece) を各BSCに送る。

【0136】

3) 各BSC22は、補助メッセージを受信し、それがサービス提供する各BTS20に対する個別メッセージにそれを分解し、個々の破片を各BTSに送る。

【0137】

4) BTS120が新しい補助メッセージを受信すると、それは、補助用のベースライン時間 t_1 をGPS時間からネットワーク時間軸にその両方のその知識を用いて変換する。BTS1は、先の補助情報を置き換えて、新しい補助をBCCHまたはBTS1によって送信された別の放送チャンネルを介して送信し始める。補助メッセージは周期的に繰り返され、その周期は典型的にはスーパフレーム(GSMシステムでは240ミリ秒)の整数倍である。補助は、今や45分まで有効であり、補助情報を受信および記憶するGPS-MS10を含めてそのセルのBCCHを受信するすべてのGPS-MSに対して利用可能である。有効の持続期間は補助中の導関数の数に依存し、また、反復率はBCCH上のトラフィック・ロードとGPS-MS10を位置付けるための待ち時間要求とのバランスに依存する。

【0138】

5) MLC14は、GPS-MS10がGPS測定を用いて配置されるべきであることを要求するメッセージをMSC/VLR15に送る。

【0139】

6) MSC/VLR15は、ネットワーク中のGPS-MS10の位置を識別し、GPS-MS10にGPS測定を開始するように命令するメッセージを適当なBSC22およびBTS120を介して送る。GPS-MS10は、その要求を受信し、有効な補助データおよび現在時間推定 t_2 を用いてその取得プロセスの主題であるドップラー・パラメータおよびコード位相パラメータを計算する。

【0140】

7) GPS-MS10が時間 t_3 で測定を行ったのち、それは、応答を構築し、それを空気インタフェースを介してBTS120に送る。

【0141】

8) BTS120は、GPS-MSで用いられるネットワーク時間軸からGPS時間軸に測定時間 t_n を変換する。これらのパラメータは測定結果メッセージに挿入され、それはサービス提供するMSC/VLR15に送られる。

【0142】

9) MSC/VLR15は結果メッセージを要求元のMLC14に転送する。この情報は、GPS-MS10の位置を計算するために、BTS1の位置とともにMLC14によって使用される。オプションとして、MLCは位置情報でMSC/VLRを介してGPS-MSに応答する。

【0143】

1つの可能な変形は、BSC22が補助メッセージの時間軸変換およびGPS-MS10からの測定応答を行うものである。この場合には、BSC22は、GPS受信機からのタイミング情報と、それがサービス提供しているすべてのBTS20の空気インタフェース・タイミングの知識とを有しなければならない。より少ない基準GPS受信機がネットワークで必要であるので、この方式はある状況では好ましい。

【0144】

別の可能な変形は、BTS120が、その領域内にある移動電話に関するユニークな補助データを計算し、補助に関するベースライン時間 t_1 をGPS時間からネットワーク時間軸に両者のその知識を用いて変換し、メッセージを周期的に放送するかポイント・ツー・ポイント・メッセージング・プロトコルを用いて補助データを送信するものである。この方式では、GPS-MS10が測定を行いそれをBTS120に送ったのちに、BTS120は、GPS-MS10それ自身の位置を計算するか、オプションとして測定時間をGPS-MS10で使われるネットワーク時間軸からGPS時間軸に変換したのちにそれをMSC/VLRを通してMLCに転送する。そのような方式では、BTS120自身がGPS受信機にアクセスするため、BTS120はこれまでMLCが実行していたタスクのいくつかまたはすべてを実行する。注意すべきことは、これは好適な実施の形態ではないが、そのような変形も当業者には明らかであり本発明のスコープに含まれることである。

【0145】

別の可能な変形は、変換エンティティが補助時間パラメータ t_i を変更してネットワーク時間中の特定の事象と一致させるものである。たとえば、BTS20は、 $TN_i = BN_i = 0$ のように t_i を FN_i の開始と揃えるように選ぶ。これをネットワークでの標準的なやり方として採用すれば、BTS20とGPS-MS10との間で位置整合の知識は暗黙の了解事項とすることができ、したがって、補助メッセージに TN_i および BN_i を含める必要がなくなる。しかし、この変換エンティティは、衛星送信の位相の元の時間と新しい時間 t_i との間での変化を考慮に入れるために、ビット位相 $\phi_{i,k}(t_i)$ を変更する必要がある。

【0146】

図4bは、本発明に関するメッセージ・フローの別の可能な組を示す。このメッセージング・プロトコルは、図1bに示すような非同期化ネットワークの場合を表している。この場合には、ネットワークは、既知の場所にTMU26を含み、GPSおよびセルラ・ネットワークの両方のタイミングを両システムの送信を観察することによって捕捉する。各TMU26は、付随するサービス提供BTS20を有し、それを通してTMU26はその観察結果をGPSとネットワーク送信との間のタイミング関係の形で報告する。図4bに示すメッセージング・プロトコルについて次に説明する。

【0147】

1. MLC14によってサービス提供されるネットワークの部分におけるP個のTMU26の各々は、サービス提供するMSC/VLR15に、各TMUによって観察されたセルにおける送信とGPSとの間のタイミング関係を報告する。このメッセージは各TMU26によって自発的に周期的に送られる。または、それはこの情報に対するMLCによる要求への応答として送られる。

【0148】

2. MSC/VLR15はタイミング情報メッセージをMLC14に転送する。このメッセージの受信に成功したのちに、MLC14はGPS時間軸とネットワーク時間軸との間の変換を行う能力を有する。

【0149】

3. MLC14は、有効なGPSエフェメリス、時計補正、BTS位置のデータベースおよび正確な時間基準を用いてMLCのサービス・エリア中の各BTS20に関するユニークな補助を計算する。MLCは補助に関する基準時間をネットワーク時間軸に変換する。MLCは、MSC/VLRによってサービス提供されるすべてのセルに関する補助情報をMSC/VLR15に送る。

【0150】

4. MSC/VLR15は、MLC14から補助を受信し、それがサービス提供する各BSC22に関連する部分にそれを分解し、個々の破片を各BSCに送る。

【0151】

5. 各BSC22は、補助メッセージを受信し、それがサービス提供する各BTS20に関連する個別メッセージにそれを分解し、個々の破片を各BTSに送る。

【0152】

6. BTS20が新しい補助メッセージを受信すると、それは、先の補助情報を置き換えて、新しい補助をBCCHを介して送信することを始める。補助は、今や、補助情報を受信し記憶するGPS-MS10を含めてそのセルのBCCHを受信するすべてのGPS-MSに対して利用可能である。

【0153】

7. MLC14は、GPS-MS10がGPS測定を用いて配置されるべきであることを要求するメッセージをMSC/VLR15に送る。

【0154】

8. MSC/VLR15は、ネットワークにおけるGPS-MS10の位置を識別し、適当なBSC22およびBTS20を介してメッセージを送り、GPS測定を開始するようにGPS-MS10に命令する。

【0155】

9. GPS-MS10が時間 t_n で測定を行ったのちに、それは、応答を構築し、それをBTS20およびBSC22を介してMSC/VLR15に送る。

【0156】

10、MSC/VLR15は結果メッセージを要求元のMLC14に転送し、それはTMU26から捕捉された情報を用いて t_a をネットワーク時間軸からGPS時間に変換する。この情報は、GPS-MS10の位置を計算するために、BTS1の測定および位置とともにMLC14によって用いられる。オプションとして、MLCは位置情報でMSC/VLRを介してGPS-MSに応答する。

【0157】

当業者は、補助情報が上述のように放送されるよりもむしろポイント・ツー・ポイント送信によって提供され得ることを直ちに理解するであろう。図4aおよび図4bに示すメッセージング・プロトコルは、放送情報を配信するために使用されるメッセージ（図4aの（1）～（4）、図4bの（3）～（6））を除去することによってポイント・ツー・ポイント配信を扱えるように容易に修正できる。その代わりに、補助情報は位置要求と一緒に配信されて（図4aの（5）、図4bの（7））、補助の時間フィールドは適当なネットワーク・ノードで変換される。

【0158】

このように、本発明によれば、無線ネットワークにおける固定場所のレンジおよびそのレンジの導関数の形式の補助情報が移動局に提供されて移動局のGPS受信機を補助して位置測定を行うシステムおよび方法が開示される。この情報は、衛星用のコード位相を測定し、測定されたコード位相を無線ネットワークに戻して移動局の位置を計算するために使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来の地上ベース無線電気通信システムのブロック図である。

【図1a】

本発明によるGPS受信機を補助するシステムのブロック図である。

【図1b】

本発明によるGPS受信機を補助するシステムのブロック図である。

【図2】

基地トランシーバ局およびGPS-MSに関して配置された衛星の概略図であ

る。

【図3】

抽出された時間軸でGPS-MSがどのように動作するのかを示すタイミング図である。

【図4a】

本発明によるGPS受信機を補助することを示すメッセージ・フロー図である。

【図4b】

本発明によるGPS受信機を補助することを示すメッセージ・フロー図である。

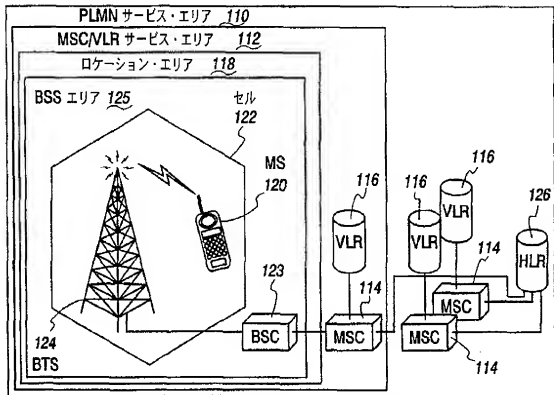
【図5】

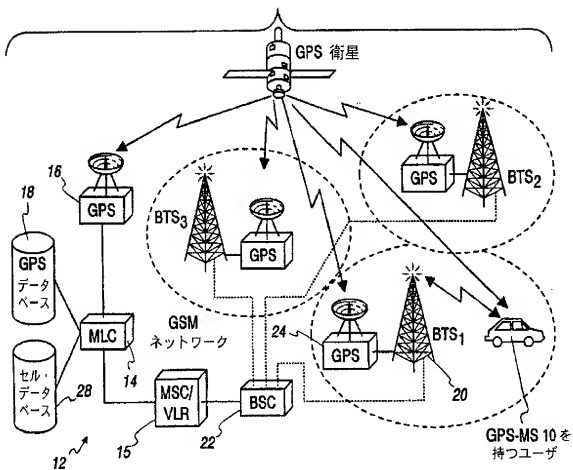
本発明による移動局の一般化されたブロック図である。

【図6】

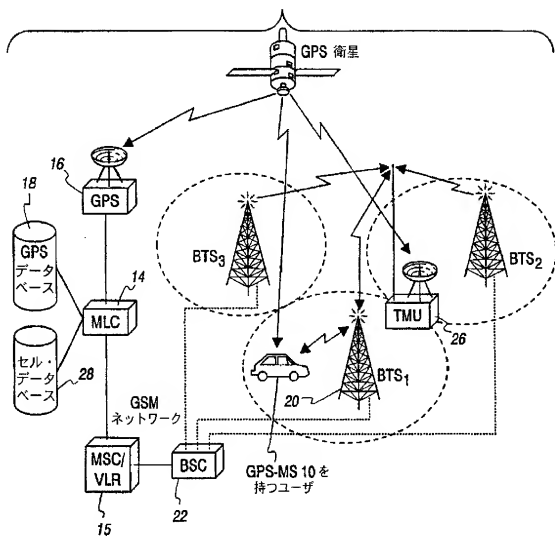
GSM TDMA時間フレーム構造のグラフ表示である。

【図1】

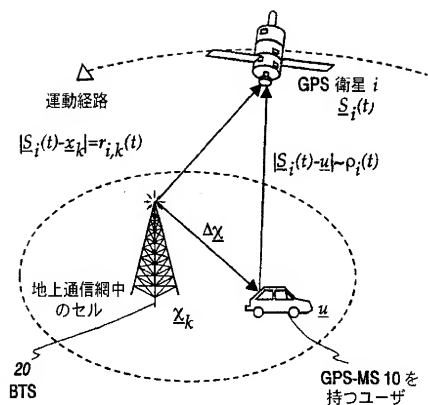




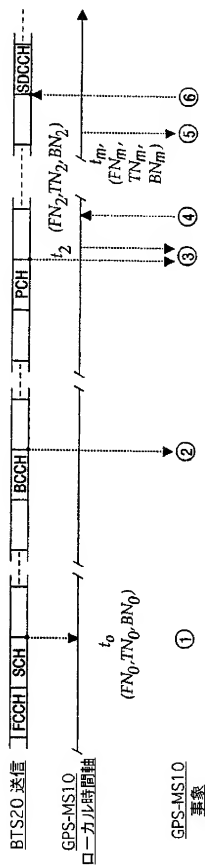
【図1b】



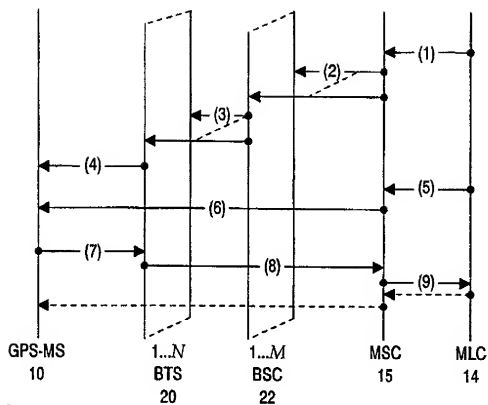
【図 2】



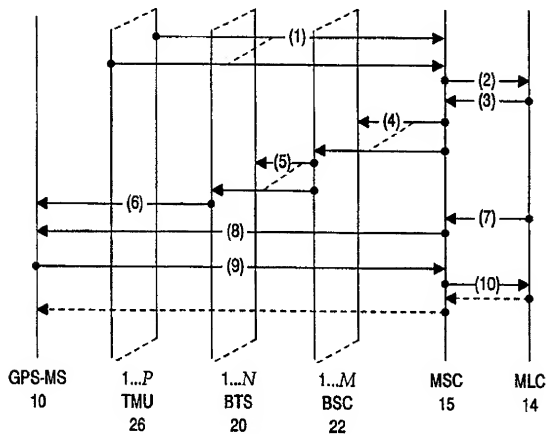
【図3】



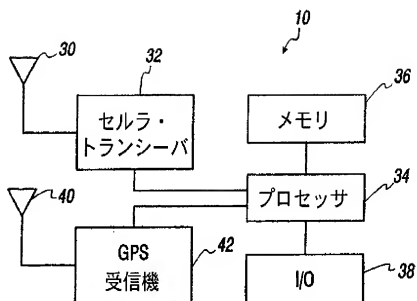
【図 4 a】



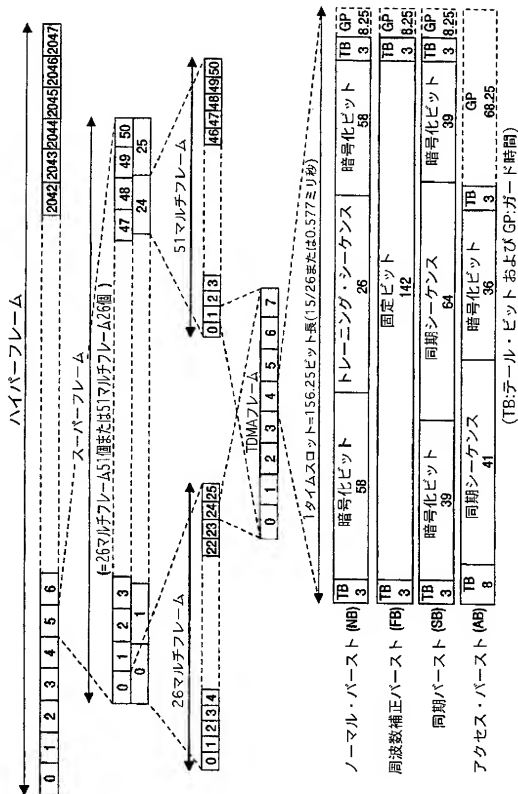
【図 4 b】



【図5】



【図6】



【手続補正書】特許協力条約第34条補正の翻訳文提出書

【提出日】平成12年11月6日（2000.11.6）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項10

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項10】 無線ネットワークで動作するトランシーバと全地球測位システム（GPS）受信機とを含む移動局の位置を決定する請求項1記載の方法であって、

前記無線ネットワークから前記移動局に補助情報を転送するステップであって、前記補助情報が、前記GPS中の複数の選択衛星に関して、選択時間において前記移動局に近い前記無線ネットワーク中の固定場所のレンジおよび該レンジの導関数を表わす、ステップと、

受信された補助情報を利用して、前記GPS中の前記複数の選択衛星からの合成受信信号を検索し、前記GPS中の前記選択衛星の複数のものに関するコード位相を測定し、該測定されたコード位相を前記無線ネットワークに戻すように前記移動局を作動するステップと、

前記固定場所および前記測定されたコード位相を用いて前記無線ネットワークにおける前記移動局の位置を計算するステップと、
を具備する、方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 60155/00 60155/14 | | International Application No. PCT/US 99/16490 |
|---|---|--|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 6015 H040 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | WO 98 25157 A (SNAPTRACK INC) 11 June 1998 (1998-06-11) figures 7A,7B page 5, line 12 -page 6, line 20 page 12, line 10 -page 14, line 23 abstract | 1,10,25 |
| A | GB 2 321 833 A (SYMMETRICOM INC) 5 August 1998 (1998-08-05) page 1, line 9 - line 12 | 1,10,25 |
| A | US 4 445 118 A (TAYLOR RALPH E ET AL) 24 April 1984 (1984-04-24) the whole document | 1,10,25 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Related family members are listed in annex. | | |
| * Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier documents but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to substantiate the publication date of another claim(s) or other special reason (to be specified) "O" document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | | |
| ** International document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "B" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search 11 October 1999 | | Date of mailing of the international search report 18/10/1999 |
| Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 2019 Patentkanal 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 600 nL Fax (+31-70) 340-3018 | | Authorized officer Ó Donnabháin, C |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PCT/US 99/16490

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 9825157 A | 11-06-1998 | US 5841396 A | 24-11-1998 |
| | | AU 2070297 A | 22-09-1997 |
| | | AU 5587698 A | 29-06-1998 |
| | | AU 5588898 A | 29-06-1998 |
| | | EP 0885492 A | 23-12-1998 |
| | | EP 0941487 A | 15-09-1999 |
| | | WO 9733382 A | 12-09-1997 |
| | | WO 9825158 A | 11-06-1998 |
| | | US 5945944 A | 31-08-1999 |
| GB 2321833 A | 05-08-1998 | WO 9834128 A | 06-08-1998 |
| US 4445118 A | 24-04-1984 | NONE | |

フロントページの続き

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

(72) 発明者 ホミラー、ダニエル、ピー
アメリカ合衆国 ノースカロライナ、ケアリー、ペビントン ドライブ 202

(72) 発明者 ザデー、バグハー、アール
アメリカ合衆国 テキサス、ダラス、モン
トフォート ドライブ 14332、ナンバー
11207

Fターム(参考) 2F029 AA02 AB07 AC02 AD01
5J062 AA05 AA08 AA13 CC07 DD05
EE04
5K067 AA21 BB04 BB36 CC04 CC08
DD53 EE02 EE10 EE16 HH21
HH23 JJ52 JJ56